

2.Маляренко В.А. Лисак Л.В. Энергетика, довкілля, енергозбереження. – Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.

3.Плачков І.В. Теплоенергетичні засади модернізації системи тепlopостачання мегаполісу (на прикладі міста Києва): Автореф. дис. канд.техн. наук. – К., 2004. – 22 с.

4.Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства м.Харкова на 2003-2010 рр. – Харків: ХДАМГ, 2003. – 208 с.

*Получено 07.06.2004*

УДК 697.32

Н.Д.АНДРИЙЧУК, канд. техн. наук

*Восточноукраинский национальный университет им. В.Даля, г.Луганск*

### **СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИМИ УСТАНОВКАМИ**

Рассматриваются вопросы снижения загрязнений воздушного бассейна городов выбросами теплогенерирующих установок. Предложены пути улучшения экологической обстановки.

Загрязнение воздушной среды крупными котельными городов представляет собой актуальную проблему [1]. В процессах загрязнения важно определить нагрузку на окружающую среду в результате изменений режима работы котельных и технологии производственного цикла, учесть их при строительстве новых предприятий и наращивании мощности уже существующих. С практической точки зрения важен также прогноз загрязнений как краткосрочный, так и на длительный период, учитывающий структурные изменения выбросов вредных веществ в атмосферу и изменения в структуре, размещении жилых и промышленных зон.

При сжигании различных видов топлива образуются вещества, загрязняющие воздушный бассейн: зола, сажа, оксиды серы, оксид углерода, оксиды азота, ароматические и канцерогенные вещества. С ростом промышленности увеличивается потребление топлива, а также количество выбрасываемых в атмосферу твердых взвесей, токсичных и канцерогенных веществ. Поэтому проблема защиты воздушного бассейна от загрязнений котельных и теплогенерирующих предприятий является одной из наиболее острых проблем современности.

Вопросам повышения экологической эффективности теплогенерирующих установок уделяется достаточно большое внимание, в частности, следует отметить последние работы в этой области [2, 3], где проблема решается обеспечением рациональных режимов сжигания топлива. Актуальным направлением также является использование технических решений.

В данной работе рассмотрены вопросы снижения загрязнений

воздушного бассейна городов выбросами теплогенерирующих установок путем применения специальных систем автоматического регулирования и оригинальных конструкций технологических элементов.

Оксиды азота  $\text{NO}_x$  образуются в зоне высоких температур при наличии свободного кислорода. Влияние концентрации кислорода и азота на образование  $\text{NO}_x$  может быть охарактеризовано избытком воздуха в топке  $\alpha$ . Максимальный выход  $\text{NO}_x$  соответствует области избытка воздуха в топке  $\alpha \approx 1,2$ . Наличие максимума объясняется тем, что увеличение концентрации кислорода способствует более активному протеканию процесса окисления азота, но вместе с тем при увеличении значения  $\alpha$  температура в зоне горения понижается, в результате чего интенсивность образования  $\text{NO}_x$  уменьшается. При величине  $\alpha \approx 1,2$  последний фактор оказывает большее влияние, что приводит к уменьшению выхода  $\text{NO}_x$ . Сжигание газа при малых коэффициентах избытка воздуха  $\alpha \approx 1,02-1,05$  позволяет снизить содержание в продуктах горения оксидов азота. На рис.1 приведена зависимость концентрации  $\text{NO}_x$  в продуктах сгорания от коэффициента неполноты смешения при различных коэффициентах избытка воздуха.

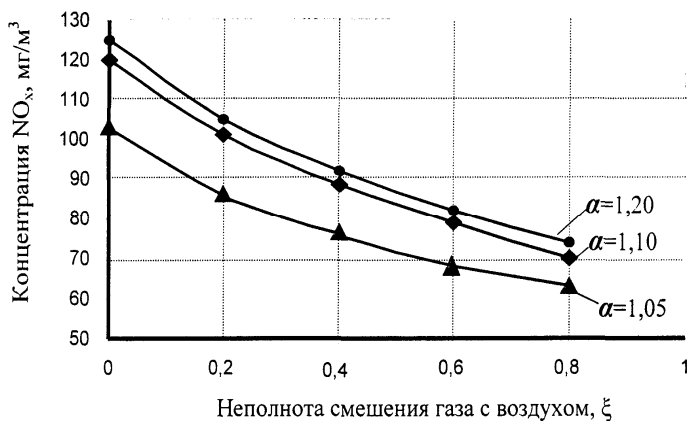


Рис.1 – Влияние неполноты смешения газа с воздухом на концентрацию оксидов азота

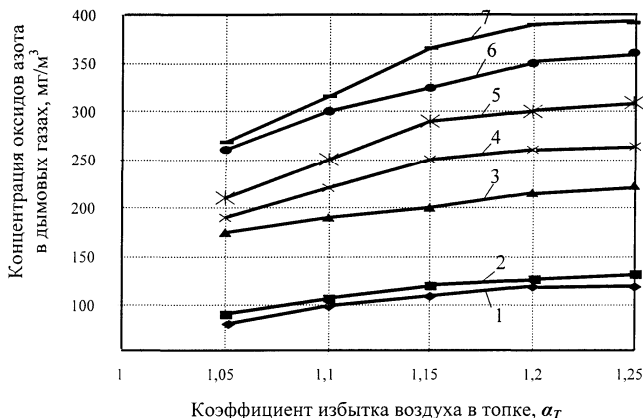
В газовых горелках инжекционного типа этой цели служат камеры смешения эжектора, в которой происходит перемешивание газового топлива с подсасываемым воздухом. Перемешивание осуществляется за счет турбулентных пульсационных составляющих потока газа и воздуха. Степень турбулентности потока зависит от режима течения,

условий входа газовых и воздушных потоков в камеру смешения и условий течения в камере смешения. При этом можно создать искусственные условия, способствующие повышению турбулентности потока и тем самым улучшить перемешивание газового топлива с воздушным потоком, добиться однородности газозвушной смеси при более коротких камерах смешения. Одним из таких способов увеличения пульсационных составляющих потока является придание соответствующей формы внутренней поверхности камеры смешения [4].

Кольцевые канавки, служащие турбулизаторами, могут иметь различную форму. С целью повышения эффективности турбулизаторов потока геометрические размеры последних должны быть выбраны таким образом, чтобы частота пульсаций потока возбуждаемая турбулизаторами была близка к резонансной частоте поперечных колебаний при данных размерах камеры смешения. Этого можно добиться, обеспечив выполнение условия, при котором время прохождения потока в осевом направлении расстояния равного шагу расположения турбулизаторов будет равно или кратно времени прохождения волной давления двойного диаметра канала.

Инжекционные газовые горелки работают с использованием принципа эжекции воздуха при помощи газовой струи. Необходимый коэффициент избытка воздуха может быть получен практически только при расчетном режиме работы эжектора. При изменении тепловой нагрузки на горелку, при изменении давления газа в подводящем трубопроводе, при изменении атмосферных условий нарушается расчетный режим работы эжектора, который выражается в изменении коэффициента эжекции, т.е. в изменении соотношения расходов газа и воздуха, поступающих в горелку и, соответственно приводит к изменению эффективности использования газового топлива, увеличению токсичности продуктов сгорания. На рис.2 показано влияние коэффициента избытка воздуха в топке на образование оксидов азота.

Перспективным является применение специальных систем регулирования соотношения воздуха и газообразного топлива повышенной точности [5]. Разработанная и внедренная система поддержания оптимального коэффициента избытка воздуха работает следующим образом. При изменении давления газа в газопроводе или при принудительном изменении расхода газа изменяется перепад давлений на расходомерной диафрагме, датчик давления формирует сигнал, характеризующий величину расхода газа, который подается на вход в регулятор соотношения. Аналогично работает цепочка по измерению расхода воздуха в воздухопроводе, состоящая из расходомера и датчика.



1– КВ-ГМ-1,6; 2– КВ-ГМ-1,6 (с вихревой горелкой); 3– ВК-21;  
4– ВК-32; 5– ДЕ-6,5-14ГМ; 6– КВ-ГМ-23,26-150; 7– ПТВМ-30М

Рис. 2 – Влияние коэффициента избытка воздуха на концентрацию оксидов азота

При нарушении заданного предварительной настройкой регулятора соотношения газ-воздух, т.е. при изменении коэффициента избытка воздуха, регулятор по специальной программе, учитывающей нелинейности характеристик всех устройств, составляющих измерительную и исполнительную цепочки системы регулирования вырабатывает командный сигнал, поступающий на исполнительный механизм для изменения положения дроссельной заслонки. В результате изменяется расход воздуха таким образом, что соотношение газ-воздух остается практически неизменным.

На нескольких котельных г.Луганска выполнена модернизация газовых инжекционных горелок котлоагрегатов для улучшения качества приготовляемой газозоудной смеси. Модернизация заключалась в том, что смесительные камеры стандартных инжекционных горелок с гладкой внутренней поверхностью заменены вставками, содержащими на внутренней поверхности треугольные кольцевые. В результате этого удалось обеспечить полное сгорание газообразного топлива при более низком значении коэффициента избытка воздуха, что привело к снижению токсических веществ в выбросах котельных через дымовые трубы. Кроме того, котельные были оборудованы системами автоматического поддержания оптимального коэффициента избытка воздуха.

Перед установкой модернизированных горелок и после их установки было проведено измерение количества токсических загрязнений

в выбросах продуктов сгорания котельных через дымовые трубы в течение 2002 г. Выполненные замеры показали, что в результате модернизации газовых горелок удалось снизить количество токсических выбросов в продуктах сгорания котельных по всем показателям. Среднее снижение содержания оксидов азота, углерода, серы, а также золы по всем задействованным в эксперименте котельным приведено в таблице.

Характеристика продуктов сгорания

Загрязняющее вещество	Снижение концентрации в продуктах сгорания, %	
	объемная	временная
NO <sub>2</sub>	7,8	9,5
CO	6,9	9,2
SO <sub>2</sub>	7,8	9,5
Зола	4,9	9,3

Таким образом, использование технических решений, в частности разработки и внедрения оригинальных конструкций газовых горелок и системы автоматического регулирования соотношения топливо-воздух, позволят существенно снизить загрязнение окружающей среды теплогенерирующими установками.

1. Андрійчук Н.Д., Соколов В.И., Коваленко А.А., Дядичев К.М. Пути совершенствования систем теплоснабжения. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2003. – 244 с.

2. Губар С.О. Методи і способи підвищення теплової та екологічної ефективності жаротрубних теплогенераторів малої потужності для локального теплопостачання: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.23.03. – Макіївка, 2004. – 19 с.

3. Гевлич І.Г. Зниження вмісту бенз(о)пірену у димових газах теплогенераторів малої потужності і його розсіювання в атмосфері: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.23.03. – Макіївка, 2004. – 19 с.

4. Патент України № 64242А, F15 В 3/02. Інжекційний газовий пальник / Андрійчук М.Д., Коваленко А.О., Дядічев К.М., Соколов В.І., Бараніч Ю.В. Опубл. 16.02.2004. Бюл. № 2.

5. Патент України № 62213А, F23 Д 14/00. Система регулювання співвідношення газ-повітря в інжекційних газових пальниках / Андрійчук М.Д., Коваленко А.О., Дядічев К.М., Соколов В.І., Бараніч Ю.В. Опубл. 15.12.2003. Бюл. № 12.

*Получено 14.06.2004*

УДК 697.434

Н.А.ШУЛЬГА, канд. техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (на примере г.Харькова)**

Анализируется современное состояние системы централизованного теплоснабже-